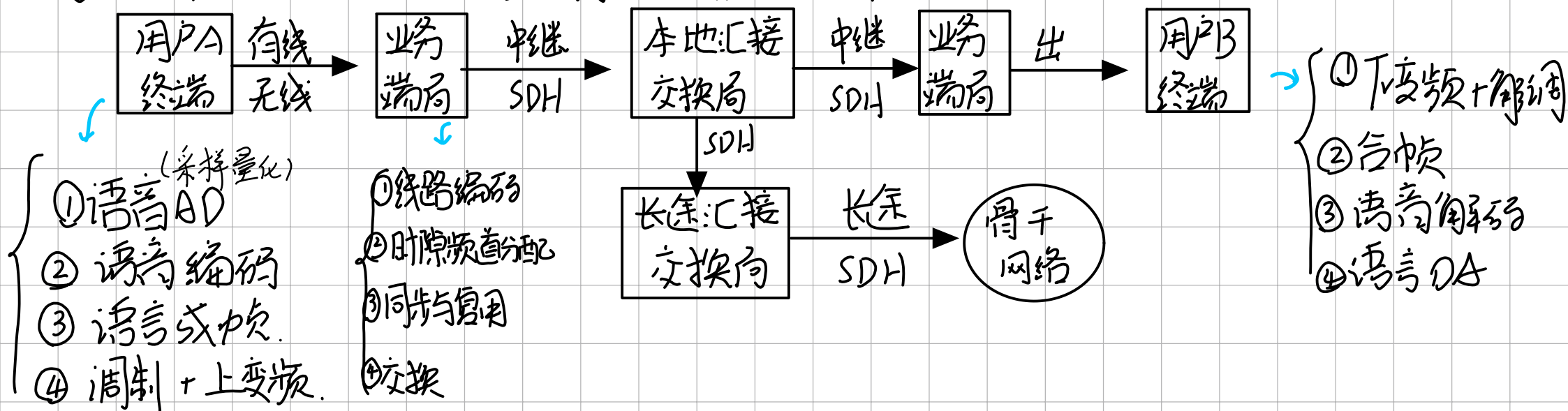


2. 通信 从A→B: 消息传递过程

3. 无线通信: 利用无线电波传输, 以信道的时变性、随机性换取开放传输的灵活性

4. 移动通信: 以无线动态信道为基础, 实现 { 用户 移动性  
业务 }

5. 经典语言通信网络的基本构架与流程: 传输+交换



6. 网络容量: { ① 用户: 接纳的用户数.  
② 满足一定QoS的输入话务量/数据.

7. HDSL: 上下对称. 2.048M/1.544M (E1/T1)

8. 三大支撑网 { ① 7号令网: 交换机设备管理  
② 数字同步网SDH: 中继线路传输网  
③ 电话管理网: 业务管理

1. 概念: "移动通信"

移动性	终端	手机
	个人	SIM卡
	业务	各种编号

最终目标: 5w的个人通信.

9. 移动通信系统: 一个完整信息传输实体 ( $MS \longleftrightarrow MS$   $MS \longleftrightarrow PSN$ )

- PPT 19
- ① MS: 移动设备 + SIM卡
  - ② BSS: BTS + BSC  $\rightarrow$  提供管理无线信道 + 覆盖小区
  - ③ MSS: MSC + 管理数据库 DB  $\rightarrow$  呼叫 + 交换 + 移动性 + 安全性
  - ④ OMS: 管理整个网络

10. 小区与基站功率分配:

- ① 宏小区:  $> 10W \Rightarrow$  快速车辆
- ② 微小区:  $< 1W \Rightarrow$  慢速步行
- ③ 皮小区:  $\sim mW \Rightarrow$  办公室

11. 盲点: 漏覆盖, 障碍物阴影.  
热点: 业务繁忙区, 商业中心

} 业务空间不均衡

12. 微波频段:

- L:  $1 \sim 2 GHz$  C:  $2 \sim 4 GHz$
- S:  $4 \sim 8 GHz$  X:  $8 \sim 12 GHz$
- Ku:  $12 \sim 18 GHz$  K:  $18 \sim 27 GHz$
- Ka:  $27 \sim 40 GHz$  U:  $40 \sim 60 GHz$

13. 上下行频段划分.

- ① 上低下高: 损耗增加  $6dB/倍频$
- ② 足够宽收发频段间隔
- ③ 4G TDD-LTE  $2320 \sim 2370 / 2510 \sim 2620$
- 5G IMT-2020 室内  $3300 \sim 3600 MHz$
- 室外  $4800 \sim 5000 MHz$

2. 外差: 通过混频直接将高频信号变为音频

超外差: 一次混频  $\rightarrow$  超音频  $\rightarrow$  第二次混频  $\rightarrow$  音频

$\hookrightarrow$  适合高频率、弱信号接收

3. FM: { ① 等幅调频: 对抗干扰与快衰落

② 捕获效应: 只有强信号被解调

$\Rightarrow$  大大提升灵敏度与动态范围

4. 成型滤波: { ① 平滑波形, 降低带宽

② 减少码间串扰 ISI

5. 5G多址技术 { ① NOMA 非正交多址 日本 NTT

② MUSA 多用户共享接入 中兴

③ SCMA 稀疏码多址 华为

④ PDMA 图样分割多址 大唐

1. 高频信号 天线  $\rightarrow$  空间电磁波

波导

传输线 ( $d \ll \lambda$ )

$\Rightarrow$  导行波  $\rightarrow$  空间电波

2. 电磁场 { ① 静止电荷  $\rightarrow$  电磁场不运动  $\rightarrow$  静电场

② 匀速电荷  $\rightarrow$  电磁场运动但不传播  $\rightarrow$  直流电场

③ 加速电荷  $\rightarrow$  电磁场辐射  $\rightarrow$  交流电场

1. 评价语音通信网

语音质量主观评价 分5级

公网  $\geq 5$  级, 专用  $\geq 3$  级

服务等级 呼损率 B

呼叫被阻塞 5% 以下

通信概率 (位置, 时间) 公网 { 城市  $\geq 9\%$

农村  $\geq 5\%$

### 3. 基本的辐射方程:

$$IL = Q\dot{v} \rightarrow \text{体现了交流电/加速运动都会产生交流电场与辐射}$$

$\Rightarrow$  辐射方向: 垂直于加速度的方向

$\Rightarrow \sim$  功率: 正比于交流电强度·电流长度 ( $IL$ ) (或  $Q\dot{v}$ ) 的平方

4. 位移电流 {

- ① 不是电荷运动  $\rightarrow$  而是电势变化率
- ② 与一种电流相当  $\rightarrow$  在空间中激发电磁波
- ③  $I_d = \frac{d}{dt} \int D ds \rightarrow$  电位移通量对时间的偏导
- ④ 不产生热效应 (是假说电流/虚拟电流)

5. 方向性函数 {

- ① 幅度方向函数  $f(\theta, \varphi)$  俯仰角与方位角关系
- ② 相位方向函数  $\phi(\theta, \varphi)$
- ③ 功率  $\sim f^2(\theta, \varphi)$  功率: 幅度的平方

6. 方向性系数: 与均匀全向辐射相比, 辐射功率密度增加倍数

- ① 一般  $D > 1$
- ② 理想点源天线:  $F(\theta, \varphi) = 1 \Rightarrow$  均匀全向天线 / 无向天线
- ③ 表征天线媒质的特性阻抗, 理想真空下为  $120\pi$

7.  $P_L$ : 天线损耗电阻  $R_L$  对应功率, 包括:

- ① 天线焦耳损耗
- ② 介质漏电流损耗
- ③ 加载元件损耗
- ④ 接地电阻损耗

$$\text{天线效率 } \eta = \frac{P_R}{P_{in}} = \frac{P_R}{P_R + P_L}$$

8. 天线辐射电阻  $R_r$ : { ① 视在电阻  
② 辐射空间耦合到天线终端的等效损耗电阻  
③ 与天线自身电阻无关

9. 极化分类: 根据相互垂直的两个电场分量的幅度和相位关系

$$\Delta\varphi = \varphi_y - \varphi_x = \begin{cases} n\pi & \text{线极化} \\ +(\frac{1}{2} + 2n)\pi & \text{右旋} \\ -(\frac{1}{2} + 2n)\pi & \text{左旋} \end{cases} \begin{cases} |E_x| = |E_y| & \text{圆极化} \\ |E_x| \neq |E_y| & \text{椭圆极化} \end{cases}$$

11. 电流分布: { ① 振子终端是波节, 电流加  
② 离终端  $\frac{\lambda}{4}$  为波腹, 电流最大  
③ 振子入端电流值由  $1/\lambda$  来决定  
④ 振子双臂电流分布是对称的

12. 天线最佳接收条件: ① 天线最大接收方向与来波方向匹配  
② 极化匹配  $\Rightarrow$  最大电动势  
③ 接收天线负载与自身阻抗共轭匹配  $\Rightarrow$  最大接收功率

1. 互易定理  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow Z_{12} = Z_{21}$

2. 噪声温度: 噪声功率的一种度量的物理量  
 $\Rightarrow$  尼奎斯特定律  $P = kTB \Rightarrow 204 \text{ dBW/Hz}$

3. 接收机噪声: 天线 + 馈线 + 接收机

4. 噪声系数:  $T_L = (F-1)T_0$

对馈线:  $F = \frac{1}{G} = L_f \Rightarrow T_L = (L_f - 1)T_0$

$$\Rightarrow T_e = \frac{T_A}{L_f} + \frac{L_f - 1}{L_f} T_0 = \frac{T_A}{L_f} + (1 - \frac{1}{L_f}) T_0$$

5. 2程公式:  $P_r(\text{dBm}) = P_t(\text{dBm}) + G_t(\text{dB}) + G_r(\text{dB}) - 20 \lg r(\text{km}) - 20 \lg f(\text{MHz}) - 32.4$

$$\Rightarrow \frac{P_r}{P_t} = \frac{A_{er} \cdot A_{er}}{r^2}$$

$$\Rightarrow P_0 = P_r \cdot P \cdot \rho$$

① 极化失配因子  $P$   
② 阻抗失配因子  $\rho$

7. 阵元间距选择: 一般  $d \leq \lambda$

- ① 获得最大增益
- ② 不要出现大的副瓣电平
- ③ 不要出现强互耦

8. 相控阵天线

- ① 天线阵列
- ② 互耦移相器
- ③ 幅度加权: 相位控制  $\Rightarrow$  智能算法

9. 八木天线

- ① 激励单元: 有: 原半波折合振子  $\Rightarrow$  最佳臂长  $2L \leq 0.478\lambda$
- ② 无源振子:
  - ① 寄生反射器:  $2L \geq 0.5\lambda \Rightarrow$  感性  $\Rightarrow$  相位超前
  - ② 短引向器:  $2L = 0.4 \sim 0.47\lambda \Rightarrow$  容性  $\Rightarrow$  滞后相位
  - ③ 杆间距:  $d = 0.25\lambda \sim 0.3\lambda$     5~6单元  $\Rightarrow$  1dB/单元

① 提高输入阻抗  
② 与金属杆绝缘



# 10. 天线品质因数 ① 频率选择性

$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} \quad \text{高Q值 窄的带通特性}$$

## ② 能量辐射效率

$$Q = 2\pi \frac{\overset{\text{平均辐射能量}}{W}}{\underset{\text{一个周期T损耗能量}}{W_T}} = \frac{W_b W}{P_L} \quad \begin{matrix} W_T = P_L \cdot T \\ \rightarrow \text{高Q值, 天线辐射效率} \end{matrix}$$

## 1. 单极子天线阻抗匹配 (ch2 92)

- ①  $L = \frac{\lambda}{4}$  感抗  $X_L = 0$  电阻  $R_{in} = 36\Omega \Rightarrow$  不匹配  $50\Omega$  同轴线
- ②  $L = 0.275\lambda \quad X_L = 99\Omega \quad R_{in} = 50\Omega \Rightarrow$  加感性电容平衡电感(抵消掉) 实现匹配
- ③  $L = 5/8\lambda > 0.5\lambda \Rightarrow$  容性天线  $\Rightarrow$  使用抽头电感  $L = \frac{1}{\omega^2 C_A}$  实现感容匹配抵消

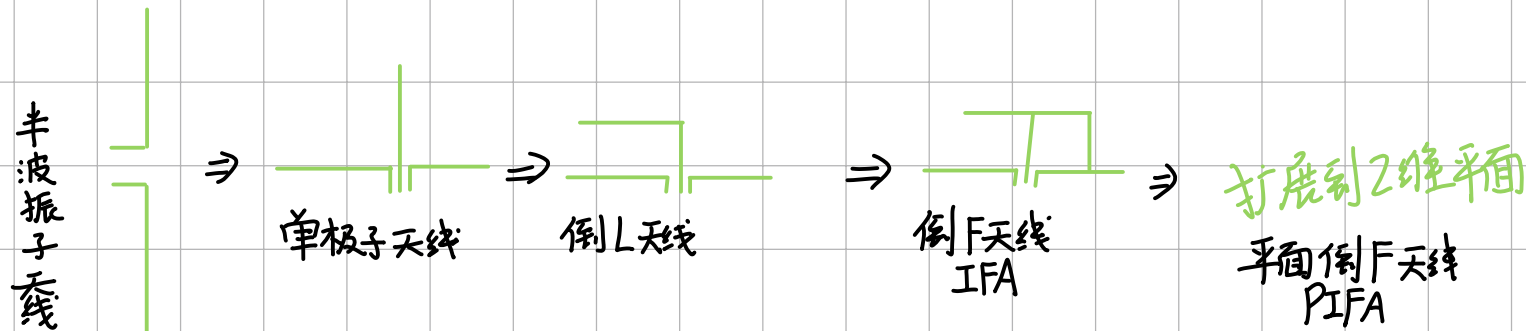
## 2. 手持天线: (ch2 94)

- ① 外部天线: 可伸缩鞭状天线  $\Rightarrow$  收发天线
- ② 内置天线: (螺旋天线)
  - ① 法向模螺旋天线  $\Rightarrow$  接收天线
  - ② 平面倒F天线 ④ 芯片天线

## 3. 螺旋天线 ① 慢波结构, 天线谐振长度短

- ② 法向模:  $d \ll \lambda \Rightarrow$  螺旋鞭状天线
- ③ 轴向正弦形电流分布  $\Rightarrow$  类振子天线
- ④ 频率无关天线  $\Rightarrow$  宽频  $f_H/f_L > 2$

#### 4. PIFA (倒F型天线)



#### 5. 内置PIFA天线特性 (ch2 99)

- ① 轮廓低. 频带宽. 轻. 共形. 印制
- ② 不同馈点. 多短路接点  $\left\{ \begin{array}{l} \text{馈电探针} \\ \text{短路探针} \end{array} \right\}$  结构灵活  $\Rightarrow$  多频. 高低频天线
- ③ 平面开槽  $\Rightarrow$  不同尺寸辐射贴片
- ④ 高度与天线特性相关

#### 6. 芯片天线: 曲折结构 $\Rightarrow$ 小尺寸多频. 宽带. 辐射电阻 $\uparrow$

- ① 底  $\rightarrow$  曲折线  $\Rightarrow \lambda/4 \Rightarrow$  不等宽  $\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{调整频率} \\ \text{带宽} \uparrow \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{高频 } 530 \text{ MHz} \quad (1756 \sim 2286 \text{ MHz}) \\ \text{低频 } 146 \text{ MHz} \quad (1030 \sim 1176 \text{ MHz}) \end{array} \right.$

② 面: 螺旋线 (长度+宽度)

③ 短路探针组合  $\Rightarrow$  频率叠加  $\Rightarrow$  五频天线  $\Rightarrow$  超薄手机

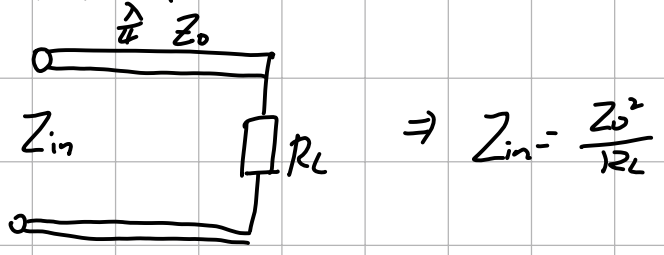
④ 间距  $5 \text{ mm}$



7. 馈线与天线匹配: { ① 阻抗匹配  
② 平衡匹配

8. 馈线 { ① 行波: 匹配 { ① 始端: 共轭匹配  $\Rightarrow$  源内阻与馈线输入内阻互共轭  $\Rightarrow$  源功率输出最大  
② 终端: 阻抗匹配  $\Rightarrow$  无反射波, 行波传输 辐射功率最大  
② 驻波: 不匹配  $\Rightarrow$  { 衰落  $\uparrow$   
功率容量  $\downarrow$

9.  $\lambda/4$  阻抗变换器



10. 不对称 U 形: (ch2 110)

$$\begin{aligned} 75/2 &= 37.5\Omega \\ R_A &= 75^2/37.5 = 150\Omega \\ R_B &= 75^2/37.5 = 150\Omega \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} R_A \\ R_B \end{aligned}} \right\} 150 \parallel 150 = 75$$

11. 腔体滤波器: 由谐振腔体, 谐振导体, 调谐钉构成

{ ① 等效电感并联电容 { ① 高 Q  
② 高功率

② 频率间隔  $\pm 1M \Rightarrow$  衰落 5-15dB  
 $\pm 5M \Rightarrow 60dB$  隔离度

12. 预加重 $\oplus$ 去加重: (ch2 124)

{ ① 语言在低频比较集中, 能量最高 }  $\Rightarrow$  高频 SNR 下降  $\Rightarrow$  频率失真  
噪声随频率升高而增大  
② 抑制高频噪声分量  $\Rightarrow$  高频 SNR 个

1. 接收机稳定高增益

- ① 天线输入电平  $-100 \sim -120 dBm$  ( $\mu V$  量级)
- ② 解调电平:  $\sim 500 mV \Rightarrow 100dB$  增益  
 $\Rightarrow$  中频增益: 易, 大, 稳定
- ③ 低频解调, AD:

2. 静噪电路:

- ① 无接收信号, 严格滤除过度背景噪声  $\Rightarrow$  关闭低频放大器
- ② 保留微弱通话, 信号低于门限, 音频输出切断
- ③ 噪声控制 带外 10kHz (主要)
  - 2. 载波控制, 载波电平
  - 3. 带外音频控制, 带外音作为参考

3. 锁相环 ① VCO 电压 ⊕ 变容二极管  $\Rightarrow$  LC 回路谐振频率  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

② 锁定后, 没有频差, 固定相差

③ 闭环自动跟踪特性

4. 吞脉冲程序分频器:

分数计数  $\Rightarrow$  工作周期双模式 ( $V/VH$ )  $\Rightarrow$  总分频比  $N_T = (V+1)N_2 + V(N_1 - N_2)$   
 $= VN_1 + N_2 \rightarrow N_2$  连续变化

$$\Rightarrow f_0 = (VN_1 + N_2)f_r$$

ch3

1. 电波传播机制

① 特定频率

② 特定环境 (地形+地物)

方法  $\Rightarrow$

- ① 理论: 射线跟踪法
- ② 场测: 冲量法
- ③ 数值仿真

2. 中位传播损耗 (场强)

在给定距离或给定时间间隔的 50% 概率中传播损耗或场强

3.  $L_p$  随机范围

①  $L_p \pm 3\sigma$  (标准偏差)

② 平滑地形  $\sigma = 7\text{dB}$

③ 非光滑地形 VHF:  $\sigma = 9\text{dB}$

超高频 VHF:  $\sigma = 13\text{dB}$

ch3/4

1. 空间传播模式: {
- ① 自由空间 FRIS公式
  - ② 平面反射 维辛斯基公式
  - ③ 绕射 菲涅尔公式

## 2. 衰落

- ① 大尺寸(百米千米)  $\Rightarrow$  路径损耗  $\Rightarrow$  宏观慢衰落 { 自由空间  $\propto d^n$   
阴影
- ② 小尺寸(几波长)  $\Rightarrow$  幅度、相位、功率  $\Rightarrow$  微观快衰落  $\Rightarrow$  多径效应

3. 阴影衰落损耗:  $L(r, \xi) = r^m \times 10^{\xi/10}$  ( $\xi$  阴影因子, 均值为0, 标准偏差  $\sigma$ )
- $\Rightarrow 10 \lg L = 10m \lg r + \xi \quad \rightarrow$  对数损耗,  $\rightarrow$  对数正态分布
- $\Rightarrow m=4 \quad \sigma=8\text{dB}$
- 路径损耗指数

4.  $m$  分布 {
- ①  $m$ : 形状因子  $\rightarrow$  表示衰落的程度 {  $m$  越小, 信道特性越差  
 $m$  越大, 信道特性越好
  - ②  $\Omega$ : 平均功率,  $\text{Var}(r)$  方差  $E(r)$  均值
  - ③ 与实测数据匹配度更好.
  - ④ 无需假设条件

5. 时延扩展  $\Delta$ : 表示多径信道时域扩展(散布)谱的尖锐度

6. 相关带宽: 对多径信道传输带宽能力的统计量

①  $B_c = \alpha \frac{1}{\Delta}$

②  $B_c = \frac{1}{2\pi\Delta}$  (AM)

③  $B_c = \frac{1}{4\pi\Delta}$  (FM)

④  $B_c = \frac{1}{8\pi\Delta}$  (未知调制)

7. 相关时间: 信道冲激响应应维持不变的时间间隔的统计平均值

(相关时间内信道特性基本不变)

即相关时间内信号幅度起伏较小(可接受)

✓ 相关其实就是长得像 - 相关度高

1)  $\Rightarrow$  工程上经验公式  $T_c = \frac{0.423}{f_m}$  (数字信道)

ch3 P93

2. 奥村模型: ① 基于宏小区/宏蜂窝  $\Rightarrow$  提供曲线、图表的模型

② UHF: 甚高频 450~900 MHz

③ 预测与实测偏差: 10dB~14dB

{ ① 缺乏开阔地数据  
② 对城市到郊区变化反应慢, 不敏感

ch3 P104

3. 峰高 H 修正

$$\begin{cases} K'_{js} = \alpha K_{js} \\ \alpha = 0.07 \sqrt{H} \end{cases}$$

#### 4. Egli 模型: 平均坡面高度 50 英尺的山坡地形传播模型 (VHF)

- ① 接收功率随  $f$  增大而线性减小 (dB)
- ② 适合计算机实现, 适合接近准平坦地形

ch3 p124

- #### 5. LEE 宏蜂窝
- ① 半波振子标准天线
  - ② 基站 100 英尺,  $P_t = 10W$
  - ③ 1 英里标准天线接收
  - ④ 基站非标天线修正因子
- $$\alpha_o = \left( \frac{h_t}{h_{tREF}} \right)^2 \frac{P_t}{P_{tREF}} \cdot 10^{\frac{G_t - G_{tREF}}{10}}$$

ch4

- 1. 噪声: 普遍存在, 随机统计, 不可控
  - 干扰: 针对特定系统、人为、可控
- } 失真  $\Rightarrow$  SNR 下降

2.  $R$  噪声电压高斯分布:  $f_n(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} \exp\left(-\frac{v_n^2}{2\sigma_n^2}\right)$

$\Rightarrow f < 1000$  GHz 包括毫米波, 功率谱密度平坦  $kT_b$

3. 塔放:
- ① 降低基站接收系统噪声, 改善通话质量
  - ② 提高基站接收灵敏度与接收电平降低
  - ③ 扩大基站有效覆盖范围, 提高接收弱信号的能力



4. 馈线: 无损有源网络  $\Rightarrow$  匹配时. 等效为放大器.

$$\Rightarrow \begin{cases} G = \frac{1}{L} & \text{增益} \\ F = L & \text{噪声系数} \end{cases}$$

5. 干扰三要素: ① 干扰源 ② 敏感接收电路 ③ 耦合通道

6. 等频距: ① 大频率间隔. 邻道干扰. 解决

缺点: 有三阶互调  $\Rightarrow$  要求大隔离度大

$\Rightarrow$  耦合损耗增大

$\Rightarrow$  高通滤波器  $\Rightarrow$  互调降低

$$\left. \begin{array}{l} \text{2A-B型 } \frac{3}{4} Q_3 A^2 B \\ \text{A+B-C型 } \frac{3}{2} Q_3 A B C \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{电平差}} 20 \lg \frac{\frac{3}{4} Q_3 / L_c}{\frac{3}{2} Q_3 / L_c L_c} = 20 \lg L_c - 6 \text{ dB}$$

12.6

1. 调频 FM 信号.  $W = \omega_c + \Delta \omega_m \cos \Omega t$   $\begin{cases} \Delta \omega_m & \text{最大频偏 } \sim 5 \text{ kHz} \\ \Omega & \text{音频 } \sim 3 \text{ kHz} \end{cases}$

$$\Rightarrow S(t) = A_0 \cos \left\{ \int_0^t (\omega_c + \Delta \omega_m \cos \Omega t) dt \right\} = A_0 (\cos \omega_c t + \frac{\Delta \omega_m}{\Omega} \sin \Omega t)$$

$$\Rightarrow m_f = \frac{\Delta \omega_m}{\Omega} \text{ 调制指数}$$

$\Rightarrow J_n(m_f)_{n \geq 4}$  很小. 可忽略

## 2. $n$ 倍频器噪声:

$\Delta\phi$  基准信号  $\rightarrow$  非线性器件  $\rightarrow$   $M$ 倍谐波  $N\Delta\phi$

$\Rightarrow$   $M$ 倍频的相位噪声比基波至少增加  $n^2$  倍

$\Rightarrow$  恶化  $10\lg n^2 = 20\lg N$

$\Rightarrow 25\lg N$

3. <sup>4.4</sup> 
$$C/I = \frac{\gamma^{-4}}{2(d-r)^{-4} + 2d^{-4} + 2(d+r)^{-4}}$$

$$\begin{cases} N=7 \\ Q = d/r = 4.6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow C/I = 54 = 17\text{dB}$$

$$C/I = \frac{\gamma^{-4}}{d^{-4} + (d+0.7r)^{-4}} = 285 = 24.5\text{dB}$$

$$C/I = \frac{\gamma^{-4}}{(d+0.7r)^{-4}} = 789 = 29\text{dB}$$

4. 均衡: 对移动信道的传输函数  $H(S)$  进行矫正, 以期无失真的传输

5. 眼图: 开度表示码间干扰的程度. 张的开  $\Rightarrow$  码间干扰小

6. 脉冲整形: 矩形脉冲  $\Rightarrow$  常用升余弦脉冲波形

⇒ 压缩数据: 无带宽

⇒ 减小 ISI

7. 均衡器: ① 预置式: 预先的训练序列 → 更新权重算法  
② 自适应: 动态跟踪  
⇒ 差值  $e^k$  最小  
⇒ ① 最小均方误差  
② 递归最小二乘  
③ 维特比

C5-13

1. TDMA ① 语音连续 + 时隙不连续 → 缓存、突发模式  
② 同步: { 位同步: 正确接收比特  
时隙同步: 区分用户  
帧同步: 信道复用与解复用
- { 1 帧 4.615 ms → 8 个时隙  
→ 1 burst = 577 μs (每个时隙长度)  
→ 156.25 比特

2. PN 码同步 ① 粗同步: 捕获 (确定码相位) ⇒ 小于一个码宽  
② 精同步: 跟踪 (维持码相位) ⇒ 小于几分之一, 如 5.8 码宽

3. CDMA 容量: ① 标佳:  $m = 1 + \frac{W}{R_b} / E_b / N_0$  ↑ 热噪声  
② 噪声:  $m = 1 + \frac{W}{R_b} / E_b / N_0 - \frac{\mu}{C}$  ↑ 载波

③ 语音激活:  $m = 1 + \left[ \frac{\omega}{R_b} / \frac{E_b}{N_0} - \frac{\mu}{c} \right] \cdot \frac{1}{d}$   $\int d < 3\%$   
 $\frac{1}{d} \approx 2.86$  倍

④ 扇区化:  $m = 1 + \left\{ 1 + \frac{\omega}{R_b} / \frac{E_b}{N_0} \right\} G$   $\left\{ \begin{array}{l} G: \text{扇区增益} - \text{一般取3} \\ \text{实际工程上取 } G = 2.25 \end{array} \right.$

C5.82

1. 1:3 分裂法: {
- ① 最紧密的复用方式. 干扰很大. 必须采用跳频、不连续发射、天线分集等技术降低干扰
  - ② 保证跳频频点数 + 载频加载控制在 50% 以下
  - + 加强网络优化
  - ③ 不改变网络结构. 干扰增大. 慎用

C3.84

2. 扇区化
- ① 定向天线 → 减小同频干扰 → 减小  $Q = \%$  减少
  - ② 小区频率组 → 扇区组 → 中继利率下降. 运营商不愿意采用
  - ③ 增加了切换的次数 → 交换控制信令负荷增大

3. 爱尔兰公式 B:
- ① 每次呼叫相互独立. 互不相关
  - ② 每次呼叫在时间. 选用信道上相同概率
  - ③ 阻塞呼叫清除的中继模式

(阻塞呼叫延迟  $\Rightarrow$  Erlang C)

4. 分集: 分散传输, 集中处理  $\Rightarrow$  抵抗快衰落

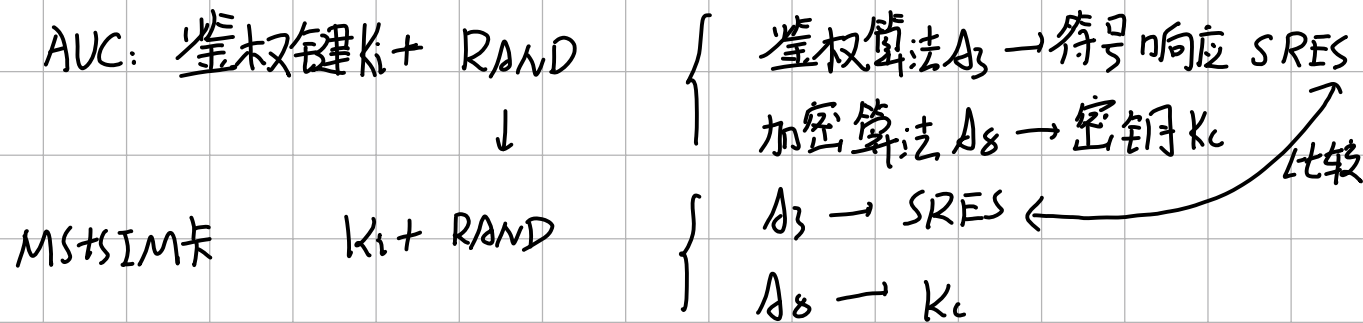
① 多天线  $\Rightarrow$  空间分集

② 多频率  $\Rightarrow$  跳频分集

③ 复变发送  $\Rightarrow$  时间分集

C6

1. 鉴权与加密 (三元组)



2. A接口 { ① BSC与MSC分界 (传输与交换网络)  
② PCM-次群E, 数字中继接口 2.048Mbps  
“时隙”

{ ① 30个话路  $\times$  64K  
② 1个帧间  $\times$  64K  
③ 1个信号  $\times$  64K

3. PCM非均匀量化对数压缩技术  $\Rightarrow$  压大补小

① 语音 A/D 8kps抽样 + 8比特量化 = 64kps 语音基带速率  $\Rightarrow$  非线性量化

② A律13折: 8段  $\times$  16等分 = 128量化级  $\Rightarrow 2^7 = 128$ 位 (1位正负), 8比特

③  $\mu$ 律15折: 日本, 北美

4. 线性预测编码 LPC: { ① 语音波形 分析 { ① 声道激励的参数  
② 时变滤波器提取参数  
合成数据量: 编码数据  
② 接收参数  $\Rightarrow$  语言合成器重构语音

1. GSM + 高斯滤波器:  $BT = 0.3$   
3.13 kHz  $\rightarrow$  脉冲比特周期  
① BT值越小, 高频衰减越快  
② 步长偏67.708 kHz, 更小.  
比传统MSK小了约4倍, 频谱效率更高  
降低调制频谱限制.  
③ 误码性能更好

2. Rake: 一种分离多径信号并有效合并信号的技术  
① 多径分离: 时间上分辨/分离 + 加权复合  
② 多径不相关: 信号带宽 > 多径的相关带宽  
③ 基于导频的相位检测  $\Rightarrow$  利用CDMA码字具有很好的自相关特性

3. 小区引导序列 PN { ① 区分小区基站  
②  $2^{15} - 1 \Rightarrow 32768$  码长  
③ 64 码片  $\times$  512 基站  $\Rightarrow$  短码偏置 0~511 标识 512 个小区

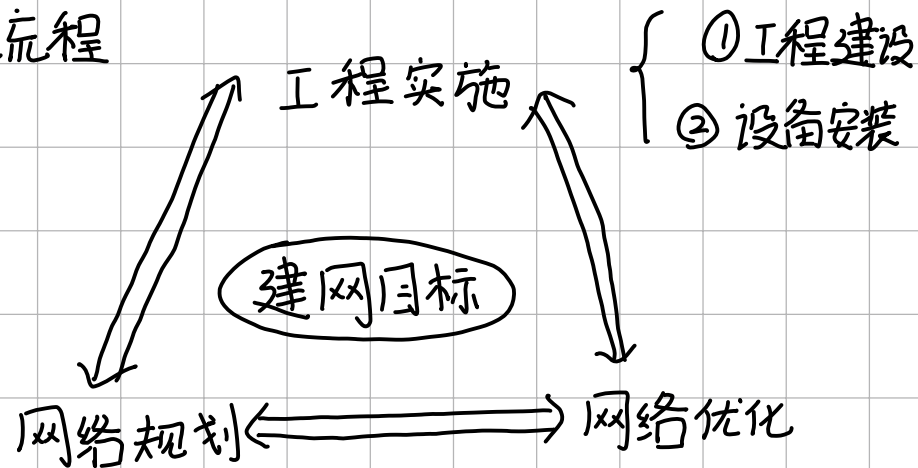


④ 相邻小区. 偏置指数间距尽量大一些

4. 数据突发随机化: ① 通过选通门. 允许发送码元以猝发方式工作  
② 在一帧中猝发位置是一个PN码控制  $\Rightarrow$  算法

5. 反向功控 ① 内环: BTS完成. 周期800Hz  $\Rightarrow E_b/N_t$  测量周期1.25ms  
② 外环: BSC完成. 帧周期20ms. 16功率组  $\Rightarrow$  对应频率501Hz

## 1. 建网流程



- ① 参数设计
- ② 容量规划
- ③ 站型预测
- ④ 频率规划
- ⑤ 干扰分析

- ① 性能评估
- ② 优化调整

2. 全程响度  $\alpha R$ : 发端嘴到收端耳参考点之间通道  
全程响度的损耗

3. 稳定性损耗: PLMN与PSN的NCP网络连接点输入/输出之间  
应配置的插入损耗

4. 载波分层: 将可用频率点分成若干组  $\rightarrow$  1组/1层  $\Rightarrow$  分层频率复用

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{BCCH} \Rightarrow 4 \times 3 \text{ 复用} \\ \text{TCH} : 3 \times 3, 2 \times 3 \text{ 复用 (更紧密的复用方法)} \end{array} \right.$

5. GVO ① 一种信道分配与切换技术

② 内、外圈切换 依据 算法  $\Rightarrow$  手机接收电平 + 基站距离TA值决定

③ 共站共天线

④ 内圈: 载波功率更小, 业务集中在基站  $\Rightarrow 10\% \sim 30\%$  扩容 (通信容量提升)

6. IUO 智能双网: 载波分 Super 层和 Regular 层

① Regular 层: 宏小区 + 连续覆盖  $\Rightarrow$  Regular 频率组  $\Rightarrow 4 \times 3$  复用

② Super 层: 不连续覆盖, 用在基站附近  $\Rightarrow$  Super 频率组  $\Rightarrow$  紧密复用

③ 切换算法: 基于基站 BSC 监测下行链路 C/I 载干比  $\left\{ \begin{array}{l} \text{好于阈值} \Rightarrow \text{用 S 层} \\ \text{不如阈值} \Rightarrow \text{用 R 层} \end{array} \right.$

④ S 层与 R 层功率覆盖范围一致  $\Rightarrow 20\% \sim 40\%$  容量增加

7. MFR变帧周期参数: 调整寻呼组容量和移动台监听寻呼信道周期

① 过大: 监听等待较长, 增加寻呼时间

② 过小: 频繁监听寻呼组  $\Rightarrow$  { 缩短呼叫建立时长  
缺点: 手机费电